

Distribusi Spasial Fitoplankton di Perairan Pesisir Tangerang

(Spatial Distribution of Phytoplankton in the Coast of Tangerang)

Dwi Yuni Wulandari*, Niken Tunjung Murti Pratiwi, Enan Mulyana Adiwilaga

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan distribusi spasial fitoplankton di perairan pesisir Tangerang berdasarkan komposisi jenis dan kelimpahannya. Pelaksanaan penelitian ini pada bulan April dan Agustus 2013 dengan 10 stasiun pengamatan. Metode pengumpulan data, yaitu *sample survey method*. Analisis data untuk pola distribusi fitoplankton menggunakan Indeks Dispersi Morisita dan pengelompokan stasiun berdasarkan kelimpahan fitoplankton menggunakan Indeks Bray-Kurtis. Fitoplankton di perairan pesisir Tangerang terdiri dari tiga kelas, yaitu Bacillariophyceae (24 genera), Dinophyceae (3 genera), dan Cyanophyceae (2 genera). Komposisi jenis dan kelimpahan tertinggi dari kelas Bacillariophyceae. Pola distribusi fitoplankton di perairan pesisir Tangerang berdasarkan Indeks Morisita adalah berkelompok. Sebaran fitoplankton berdasarkan komposisi jenis dan kelimpahan antar stasiun dan waktu pengamatan tidak sama walaupun letak stasiun berdekatan dan parameter lingkungan yang memengaruhinya.

Kata kunci: distribusi spasial, fitoplankton, pesisir Tangerang

ABSTRACT

This study was conducted in describing the spatial distribution of phytoplankton in the coast of Tangerang based on species composition and abundance. This study held on April and August 2013 in 10 sampling station. Sample survey method used to collect the data. Morisita Index of Dispersion used to describe the distribution pattern of phytoplankton and Bray-Curtis Index used to describe the similarity of sampling station based on its abundances of phytoplankton. Based on result of the study, the phytoplankton in the coast of Tangerang consist of three classes, which is Bacillariophyceae (24 genera), Dinophyceae (3 genera), and Cyanophyceae (2 genera). The result shows that the highest composition and abundance is from the species of Bacillariophyceae. The distribution pattern of phytoplankton is group distribution. The distribution of species of phytoplankton and its abundance is different even the sampling station is near each other and environmental parameters that influence.

Keywords: phytoplankton, spatial distribution, the coast of Tangerang

PENDAHULUAN

Perairan pesisir mempunyai peran strategis karena merupakan wilayah peralihan antara ekosistem darat dan laut, serta mempunyai potensi sumber daya alam dan jasa-jasa lingkungan yang sangat kaya (Clark 1996). Perairan pesisir banyak menerima beban masukan bahan organik dari daratan, khususnya limbah domestik perkotaan yang terbawa aliran sungai yang bermuara ke pesisir. Perairan pesisir Tangerang memiliki potensi sumber daya perairan dan fungsi pendukung kehidupan yang sangat penting. Dari sisi ekologis, perairan ini termasuk perairan dengan beban masukan yang tinggi dari daratan (Ariyani & Sue 2009). Selain itu, pesisir Tangerang berbatasan langsung dengan pesisir Jakarta dan Banten. Riyadi *et al.* (2012) menyatakan pesisir Jakarta memiliki tingkat pencemaran yang tinggi, sehingga pada bagian timur pesisir Tangerang akan mendapatkan kontaminasi pencemar dari pesisir Jakarta. Masukan nutrien di perairan ini bersumber

dari aktivitas manusia seperti pemukiman, industri, dan pertanian yang berada di wilayah Tangerang dan sekitarnya. Masukan bahan organik ini akan memengaruhi dinamika kualitas perairan pesisir. Perubahan kualitas air ini akan berdampak pada kehidupan organisme akuatik, khususnya plankton yang pertama merespons perubahan kualitas lingkungan.

Plankton adalah semua kumpulan organisme berukuran mikroskopis, baik hewan maupun tumbuhan yang hidup melayang mengikuti arus (Odum 1971). Plankton terdiri dari fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton merupakan organisme mikroskopis yang bersifat autotrof atau mampu menghasilkan bahan organik dari bahan anorganik melalui proses fotosintesis dengan bantuan cahaya khususnya jenis diatom yang memiliki kontribusi lebih besar (Mackey *et al.* 2002). Oleh karena itu, fitoplankton memiliki peran sebagai produsen primer di perairan. Fitoplankton juga dapat menjadi biota indikator dalam mengukur tingkat kesuburan suatu perairan. Perairan yang memiliki produktivitas primer yang tinggi umumnya ditandai dengan tingginya kelimpahan fitoplankton (Raymont 1984; Simon *et al.* 2009). Distribusi fitoplankton secara horizontal banyak dipengaruhi faktor fisik seperti pergerakan massa air dan kimia, misalnya nutrien. Oleh karena itu,

Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

* Penulis Korespondensi:

E-mail: dwiyuniwulandari@gmail.com

kelimpahan fitoplankton lebih tinggi pada daerah dekat daratan yang dipengaruhi estuari karena memiliki nutrisi yang lebih tinggi. Faktor fisik dan kimia itulah yang menyebabkan distribusi horizontal fitoplankton tidak merata dan kelimpahan fitoplankton yang berbeda.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan distribusi spasial fitoplankton di perairan pesisir Tangerang berdasarkan komposisi jenis dan kelimpahannya. Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang diharapkan dapat bermanfaat sebagai informasi mengenai potensi kesuburan perairan di pesisir Tangerang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April dan Agustus 2013. Lokasi penelitian berada di pesisir Tangerang dengan 10 lokasi pengambilan contoh (Gambar 1). Stasiun penelitian ditetapkan dengan mempertimbangan kondisi perairan secara ekologi, yaitu masukan nutrisi dari daratan pada setiap stasiun. Analisis contoh dilakukan di Laboratorium Biologi Mikro 1 dan Laboratorium Fisika-Kimia Perairan, Bagian Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Pengambilan contoh fitoplankton dilakukan dengan cara menarik (*hauling*) *plankton net* secara vertikal dari setengah kedalaman perairan sampai ke permukaan atau sedalam kedalaman fotik. Hal ini dilakukan agar fitoplankton yang terambil dapat mewakili setiap stasiunnya. Botol berisi contoh fitoplankton kemudian diberi pengawet berupa larutan lugol untuk keperluan analisis di laboratorium. Identifikasi fitoplankton mengacu pada buku identifikasi Davis (1955), Newell dan Newell (1977), Yamaji

(1979), dan Tomas (1997). Kelimpahan fitoplankton dihitung dengan menggunakan metode strip. Air contoh yang telah ditetaskan di SRC selanjutnya diamati dengan menggunakan mikroskop binokuler model Olympus CH-2 dengan perbesaran 10x. Dokumentasi dan visualisasi morfologi setiap jenis fitoplankton dilakukan dengan menggunakan mikroskop trinokuler Zeiss Primo Star yang dilengkapi perangkat lunak AxioVision Rel 4.8.

Pengambilan contoh kualitas air dilakukan di permukaan perairan. Setelah air diambil kemudian dimasukkan ke dalam botol contoh 500 ml dan diberi pengawet. Parameter fisika kimia perairan *in situ* meliputi suhu, salinitas, pH, kedalaman, dan kecerahan. Adapun parameter *ex situ* meliputi oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*), *Total Suspended Solid* (TSS), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), nitrat-nitrogen, nitrit-nitrogen, amonia-nitrogen, dan ortofosfat. Pengukuran semua parameter fisika kimia perairan mengacu pada Rice *et al.* (2012).

Kelimpahan fitoplankton dihitung menggunakan alat *Sedgwick Rafter Counting Chamber* (SRC). Kelimpahan fitoplankton dinyatakan dalam sel per m³ yang dihitung dengan rumus sebagai berikut (Rice *et al.* 2012):

$$N = n \times \frac{V_t}{V_{src}} \times \frac{A_{src}}{A_a} \times \frac{1}{V_d}$$

Keterangan :

N = Kelimpahan fitoplankton (sel/m³)

n = Organisme yang teramati (sel)

V_d = Volume air yang disaring (πr² x kedalaman) (m³)

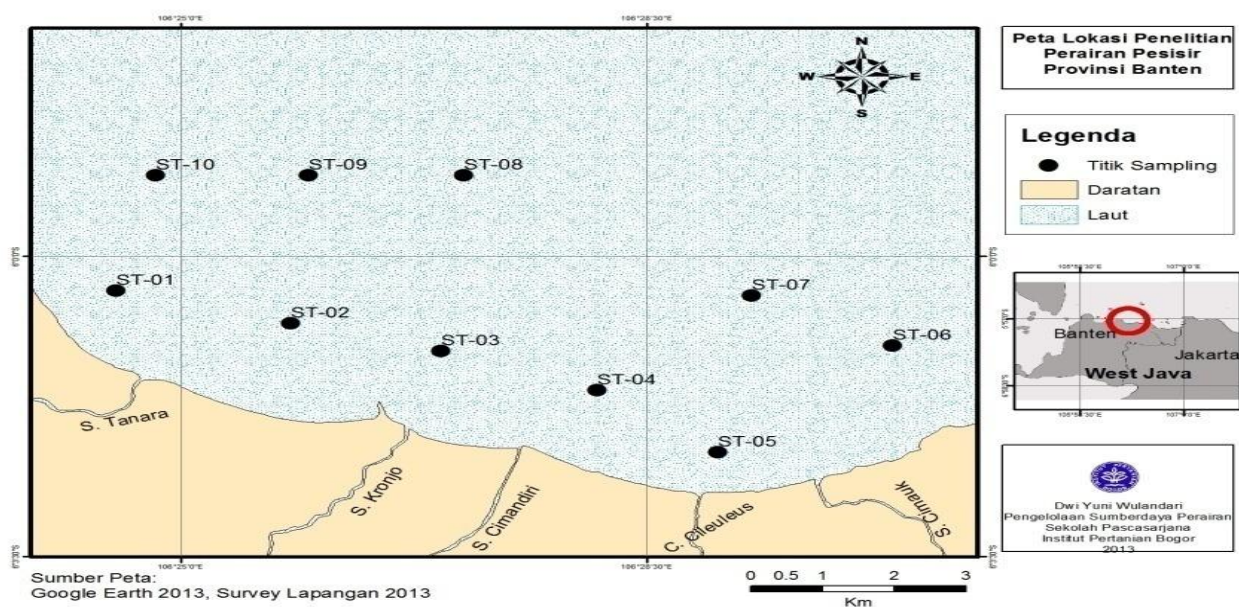
V_t = Volume air tersaring (ml)

V_{src} = Volume satu SRC (1 ml)

A_{src} = Luas penampang SRC (1000 mm)

A_a = Luas amatan (mm)

Terhadap contoh air yang diambil dilakukan pengamatan kelimpahan fitoplankton setiap genus.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian dan titik pengambilan contoh.

Pola penyebaran fitoplankton menggunakan Indeks Dispersi Morisita ($I\delta$). Penghitungan $I\delta$ mengikuti rumus Brower *et al.* (1990), yaitu:

$$I\delta = n \frac{\sum X^2 - N}{N(N-1)}$$

Keterangan:

$I\delta$ = Indeks Dispersi Morisita

n = Jumlah unit pengambilan contoh

N = Jumlah seluruh individu organisme

$\sum X^2$ = Jumlah kuadrat individu suatu stasiun

Pola sebaran fitoplankton dalam lokasi penelitian diduga dengan menggunakan kriteria berikut: $I\delta = 1$; pola sebaran acak; $I\delta < 1$; pola sebaran seragam; dan $I\delta > 1$; pola sebaran berkelompok.

Indeks kesamaan digunakan untuk melihat kesamaan antar stasiun berdasarkan parameter-parameter tertentu contohnya parameter biologis seperti kelimpahan fitoplankton (Yoshioka 2008). Analisis ini dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab versi 15.0. Tingkat kesamaan ini ditentukan dengan indeks Bray-Curtis (Brower *et al.* 1990):

$$I_{BC} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - Y_i|}{\sum_{i=1}^n (X_i + Y_i)} \times 100\%$$

Keterangan:

I_{BC} = Indeks Kesamaan Bray-Curtis

$X_i - Y_i$ = Nilai Kelimpahan genus i pada stasiun yang berbeda

N = Jumlah genus yang dibandingkan

Hasil pengelompokan yang digambarkan dalam dendrogram digunakan untuk melihat kesamaan antar stasiun pengamatan berdasarkan kelimpahan fitoplankton. Nilai pengamatan yang mendekati 100% memiliki tingkat kesamaan yang tinggi dan nilai yang mendekati 0 berarti memiliki tingkat kesamaan yang lebih rendah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan komposisi fitoplankton berdasarkan jumlah jenis di perairan pesisir Tangerang terdiri dari tiga kelas, yaitu Bacillariophyceae (24 Genera), Dynophyceae (3 Genera), dan Cyanophyceae (2 Genera). Visualisasi jenis-jenis fitoplankton yang ditemukan selama penelitian terdapat pada Gambar 2. Fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae (Diatom) merupakan kelas yang paling banyak ditemukan baik pada pengambilan contoh pertama (April) maupun kedua (Agustus). Fitoplankton yang umum terdapat di laut biasanya berukuran besar dan terdiri dari dua kelompok yang mendominasi, yaitu diatom (kelas Bacillariophyceae) dan dinoflagelata (Kennish 1990; Chandy *et al.* 1991; Mochizuki *et al.* 2002; Skaloud & Rezacova 2004; Liu *et al.* 2004).

Berdasarkan kelimpahan, komposisi fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae mendominasi dengan persentase lebih dari 90% (Gambar 3). Hal ini diduga terjadi karena fitoplankton dari kelas ini mampu beradaptasi dengan lingkungan tempat hidupnya dibandingkan dengan genera dari kelas yang lainnya

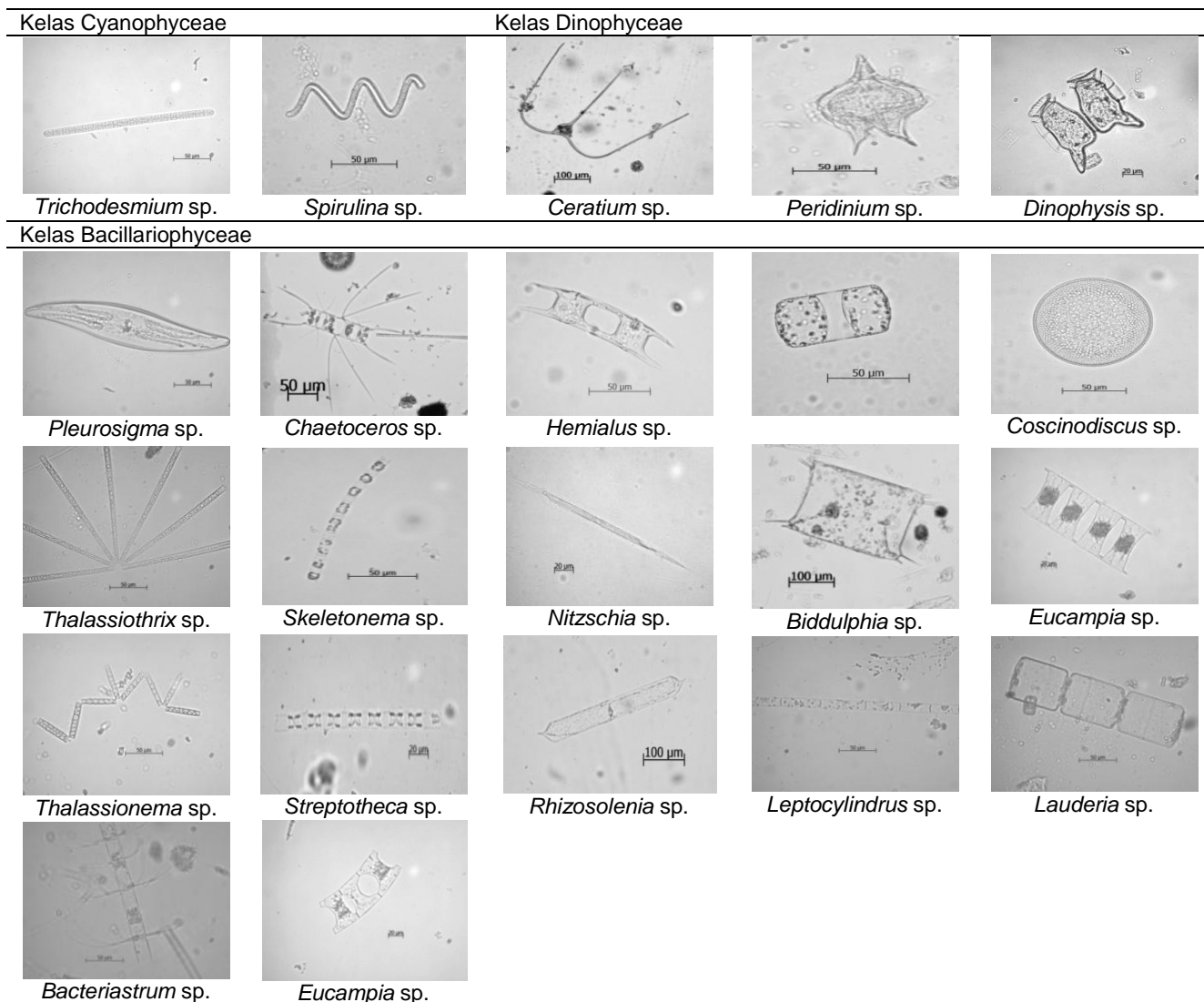
(Nybakken 2005). Penelitian serupa dilakukan oleh Alianto (2011) di perairan teluk Banten sebesar 97,68% dan penelitian Yuliana (2012) di perairan teluk Jakarta dengan komposisi kelimpahan kelas Bacillariophyceae lebih dari 58%. Dominannya fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae dibandingkan dengan beberapa kelompok fitoplankton lainnya merupakan hal yang umum terjadi pada bagian perairan yang mengalami *mixing* dan perubahan perairan karena pasang surut secara terus menerus (Badyalak & Philips 2004).

Genus fitoplankton yang mendominasi perairan pesisir Tangerang, yaitu *Chaetoceros* sp., *Pleurosigma* sp., *Nitzschia* sp., dan *Thalassiotrix* sp. untuk pengambilan contoh bulan April, sedangkan pengambilan contoh bulan Agustus, yaitu *Chaetoceros* sp., *Skeletonema* sp., *Nitzschia* sp., dan *Leptocylindrus* sp. (Gambar 4). Jenis fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae yang selalu ditemukan di semua stasiun dan waktu pengamatan dalam jumlah yang melimpah ialah *Chaetoceros* sp., hal ini berkaitan dengan bentuk tubuh *Chaetoceros* sp. yang membentuk rantai atau kumpulan sel serta mempunyai *chaeta* sehingga memiliki laju penenggelaman yang rendah serta kurang disukai pemangsa herbivora. Jenis Dinoflagellata yang ditemukan dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan jenis Dinoflagellata lainnya ialah *Peridinium* dan *Ceratium*. Hal ini diduga karena keduanya mempunyai metode pengapungan dari tiga buah tanduk panjang yang dianggap dapat meningkatkan gesekan air seperti halnya pada Diatom yang memiliki rambut dan duri. Jenis fitoplankton kelas Cyanophyceae yang ditemukan hampir di setiap stasiun, yaitu dari genera *Trichodesmium* sp. dengan kelimpahan yang rendah. Menurut Madhav dan Kondalarao (2004), salah satu jenis fitoplankton yang dapat hidup di perairan kurang nutrien adalah *Trichodesmium*. Alga ini berupa filamen dengan ukuran 0,001 mm yang tersebar luas dan cukup banyak, serta diduga merupakan makanan zooplankton kecil. Gerombolan *Trichodesmium* umum dijumpai di Laut Jawa dan Samudra Hindia, terkadang hanyut beberapa kilometer sejajar pantai.

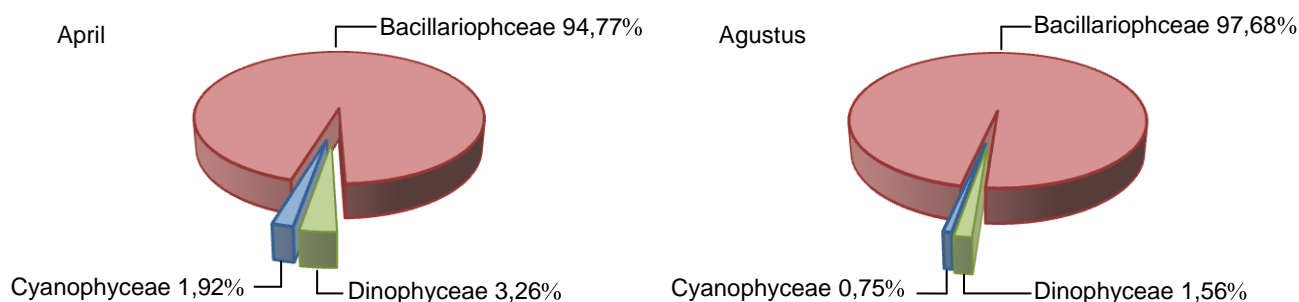
Kelimpahan total fitoplankton (Gambar 5) pada setiap waktu pengambilan contoh terdapat perbedaan yang cukup tinggi ($P < 0,01$). Pada bulan April stasiun dengan kelimpahan total tertinggi terdapat pada stasiun 5 (St-5) sebesar 2785565 sel/m³ dan terendah di stasiun 4 (St-4) dengan kelimpahan sebesar 250651 sel/m³. Sedangkan pada bulan Agustus kelimpahan tertinggi ada pada stasiun 6 (St-6) dengan kelimpahan 9005080 sel/m³ dan terendah pada stasiun 1 (St-1) dengan 2267308 sel/m³. Kelimpahan fitoplankton tinggi di suatu stasiun diduga karena faktor lingkungan dari perairan pada stasiun tersebut yang mendukung kehidupan fitoplankton. Kandungan oksigen terlarut dan nutrien yang mencukupi merupakan salah satu penyebab lebih tingginya kelimpahan fitoplankton di stasiun tersebut. Hal ini sesuai dengan kondisi perairan yang tercermin dari hasil analisis kualitas air pada Tabel 1 yang mem-

perlihatkan bahwa kualitas air pada bulan Agustus lebih baik ($P < 0,05$) dibandingkan dengan bulan April dengan nilai kandungan nutrisi yang lebih tinggi. Seperti yang dikemukakan oleh Haumahu (2004), distribusi dan sebaran fitoplankton tidak merata di setiap perairan karena dipengaruhi faktor-faktor fisika dan kimia perairan seperti angin, arus, dan kandungan nutrisi.

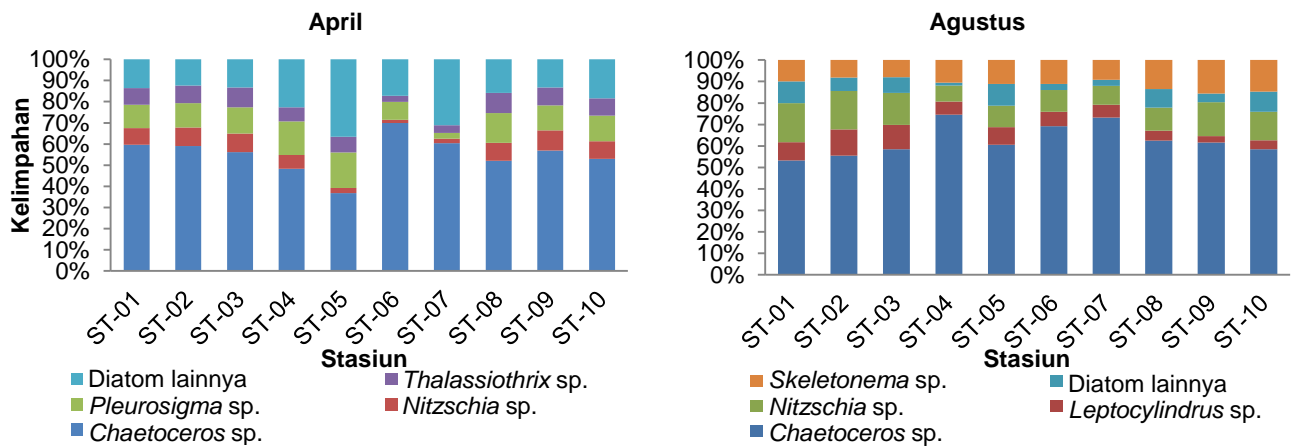
Pola distribusi fitoplankton pada bulan April maupun Agustus di semua stasiun menunjukkan nilai $I\delta$ yang lebih besar dari 1. Hal ini berarti bahwa fitoplankton di perairan pesisir Tangerang termasuk ke dalam kategori pola distribusi mengelompok ($P < 0,05$). Pola distribusi yang mengelompok diduga disebabkan oleh habitat fitoplankton yang memiliki zonasi tertentu. Selain itu, faktor lingkungan seperti



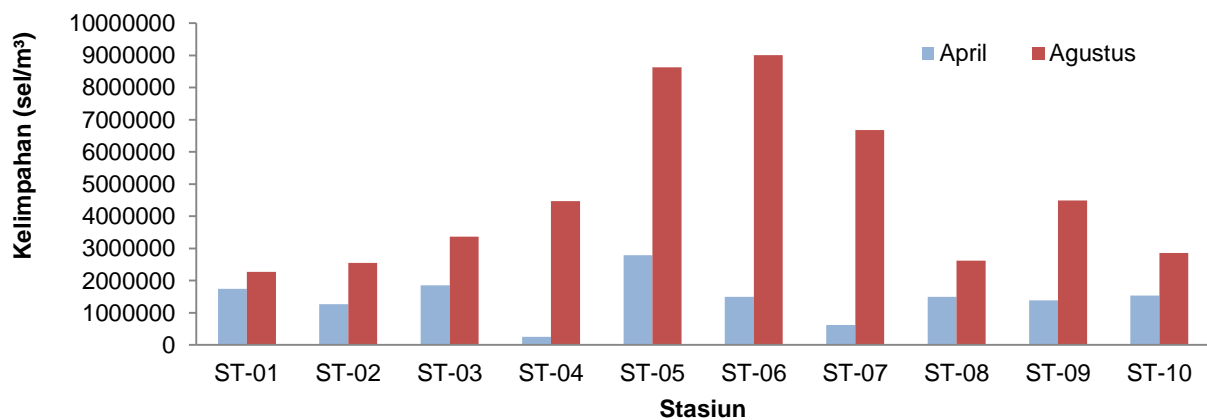
Gambar 2 Visualisasi jenis-jenis fitoplankton dengan menggunakan mikroskop trinokuler Zeiss Primo Star yang dilengkapi perangkat lunak Axio Vision Rel 4.8.



Gambar 3 Komposisi fitoplankton berdasarkan kelimpahan.



Gambar 4 Komposisi diatom berdasarkan kelimpahan fitoplankton.



Gambar 5 Total kelimpahan fitoplankton.

ketersediaan nutrisi pada lokasi tertentu juga dapat menyebabkan distribusi fitoplankton mengelompok.

Ilustrasi pengelompokan stasiun berdasarkan kelimpahan fitoplankton di perairan pesisir Tangerang dapat dilihat pada Gambar 6. Pengelompokan fitoplankton tersebut terbentuk karena adanya kesamaan nilai kelimpahan tiap genera di setiap lokasi pengamatan. Dalam mengelompokkan lokasi pengamatan berdasarkan kelimpahan fitoplankton digunakan indeks similaritas dengan taraf kesamaan diatas 98%. Analisis similaritas (dendrogram) menggunakan *software* Minitab 15. Pengelompokan stasiun pada bulan April terbagi menjadi 3 kelompok. Kelompok I, yaitu stasiun St-01, St-02, St-03, St-04, St-08, St-09, dan St-10. Kelompok II, yaitu stasiun St-06 dan St-07, sedangkan Kelompok III St-05. Perbedaan jenis dan kelimpahan fitoplankton setiap stasiun diduga yang menyebabkan beberapa stasiun mengelompok. Kelompok I membentuk satu kelompok karena terdapat fitoplankton dari kelas Cyanophyceae yang tidak terdapat di stasiun lainnya. Kelompok II memiliki kelimpahan tertinggi pada genera *Chaetoceros* sp. dibandingkan dengan stasiun lainnya. Kelompok III mengelompok memiliki kelimpahan yang tertinggi dibandingkan stasiun lain. Pengelompokan stasiun pada bulan Agustus terbagi menjadi 2 kelompok, Kelompok I, yaitu stasiun St-01, St-02, dan

St-03, Kelompok II, yaitu stasiun St-04, St-05, St-06, St-07, St-08, St-09, dan St-10. Kelompok I membentuk kelompok dikarenakan kelimpahan ketiga stasiun pada kelompok I cenderung lebih kecil dibandingkan stasiun lainnya dengan rata-rata kelimpahan 2726916 sel/m³ sedangkan Kelompok II memiliki rata-rata kelimpahan 5534856 sel/m³.

Keberadaan fitoplankton dalam suatu perairan laut khususnya perairan pesisir sangat penting bagi organisme laut lainnya, antara lain zooplankton dan ikan. Beberapa jenis ikan adalah pemakan plankton, baik fitoplankton maupun zooplankton. Fitoplankton merupakan sumber makanan utama dalam sistem rantai makanan. Melalui kelimpahan fitoplankton juga dapat dilakukan penghitungan produktivitas perairan sehingga dapat diketahui tingkat kesuburan dari perairan tersebut. Perairan pesisir Tangerang merupakan salah satu perairan yang subur dengan kandungan nutrisi yang tinggi dan fitoplankton yang melimpah. Karena kesuburannya tersebut, perairan pesisir Tangerang juga kaya akan potensi perikanan khususnya ikan ekonomis penting. Melalui distribusi fitoplankton baik komposisi maupun kelimpahannya di suatu perairan laut, dapat diketahui daerah-daerah yang berpotensi untuk menjadi daerah penangkapan ikan ekonomis penting tersebut.

Tabel 1 Kualitas air selama penelitian

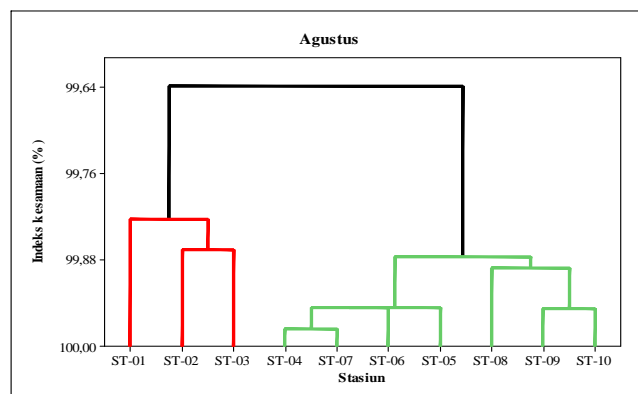
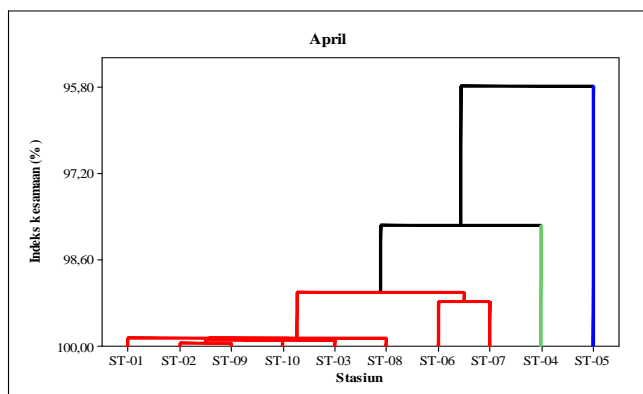
Bulan April

Parameter	Satuan	Stasiun									
		ST-01	ST-02	ST-03	ST-04	ST-05	ST-06	ST-07	ST-08	ST-09	ST-10
FISIKA											
Kecerahan	cm	100	155	122	155	112,5	130	145	113,5	129	153
Suhu	° C	31,8	31,3	31,6	32	31,3	31,5	30,6	30,8	30,9	31,8
Kekeruhan	NTU	3,40	1,36	4,04	43,60	12,30	5,35	3,59	3,30	3,52	2,41
TSS	mg/L	33	25	82	112	88	79	63	46	49	46
KIMIA											
pH	-	8,22	8,19	8,17	8,37	8,21	8,17	8,29	8,3	8,34	8,25
DO	mg/L	6,7	7,6	7,4	7,7	7,9	8,0	8,6	8,4	8,6	7,4
Salinitas	‰	28,6	29,4	27,8	28,8	29,2	28,9	28,7	28,7	28,1	29,1
BOD5	mg/L	2,85	1,43	2,85	0,98	4,89	0,98	10,75	2,85	2,14	1,43
Orto Fosfat	mg/L	0,079	0,083	0,081	0,086	0,129	0,111	0,090	0,085	0,078	0,061
Amonia (NH ₃ -N)	mg/L	0,074	0,094	0,104	0,157	0,105	0,181	0,149	0,068	0,048	0,105
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/L	0,039	0,041	0,149	0,226	0,044	0,035	0,073	0,036	0,058	0,061
Nitrit (NO ₂ -N)	mg/L	0,009	0,009	0,026	0,011	0,012	0,015	0,013	0,012	0,011	0,017

Bulan Agustus

bulan Agustus

Parameter	Satuan	Stasiun									
		ST-01	ST-02	ST-03	ST-04	ST-05	ST-06	ST-07	ST-08	ST-09	ST-10
FISIKA											
Kecerahan	cm	60	102	93	103	65	98	105	98	110	98
Suhu	° C	29,3	29,4	29,0	29,1	28,7	28,8	28,9	28,7	29,3	29,1
Kekeruhan	NTU	2,60	3,13	1,58	1,34	284,00	3,98	6,64	2,70	0,92	3,01
TSS	mg/L	21	10	10	<8	255	12	21	15	<8	9
KIMIA											
pH	-	8,15	8,16	8,11	8,21	8,22	8,18	8,12	8,25	8,21	8,18
DO	mg/L	6,5	6,5	6,4	6,8	6,6	6,8	6,6	6,6	7,9	6,2
Salinitas	‰	29,3	29,4	29,1	29,9	29,8	29,8	30	29,9	29,6	29,6
BOD5	mg/L	3,02	1,51	4,54	3,02	0,50	1,01	4,03	8,57	5,04	7,56
Orto Fosfat	mg/L	0,039	0,036	0,036	0,030	0,017	0,010	0,015	0,035	0,127	0,050
Amonia (NH3-N)	mg/L	0,089	0,051	0,071	0,079	0,017	0,020	0,043	0,041	0,037	0,033
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/L	0,245	0,057	0,098	1,120	1,395	1,168	1,236	0,158	0,415	0,086
Nitrit (NO ₂ -N)	mg/L	0,213	0,017	0,046	0,103	0,007	0,069	0,006	0,016	0,401	0,073



Gambar 6 Dendrogram pengelompokan stasiun.

KESIMPULAN

Fitoplankton di perairan pesisir Tangerang secara umum terdiri dari tiga kelas, yaitu Bacillariophyceae, Dinophyceae, dan Cyanophyceae. Komposisi jenis dan kelimpahan tertinggi adalah dari kelas Bacillariophyceae. Pola distribusi fitoplankton di perairan pesisir Tangerang berdasarkan Indeks Morisita adalah berkelompok. Sebaran fitoplankton berdasarkan komposisi jenis dan kelimpahan antar stasiun dan waktu pengamatan tidak sama walaupun letak stasiun

berdekatan dan ada parameter lingkungan yang memengaruhinya.

DAFTAR PUSTAKA

Alianto. 2011. Kajian dinamika pertumbuhan fitoplankton dan keterkaitannya dengan variabilitas intensitas cahaya matahari dan nutrient inorganic terlarut di perairan Teluk Banten. [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

- Ariyani F, Sue RA. 2009. *Kondisi Perairan di Sekitar Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Kronjo, Tangerang, Banten*. [Penelitian Terapan]. Jakarta (ID): Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta.
- Badylak S, Philips ES. 2004. Spatial and temporal patterns of phytoplankton composition in a subtropical coastal lagoon, the Indian River Lagoon, Florida, USA. *Journal of Plankton Research*. 26(10): 1229–1247.
- Brower JE, Zar JH, Von Ende CN. 1990. *Field and Laboratory methods for General Ecology*, 3rd edition. Wm.C. Brown Co. Publisher, Dubuque Iowa (US).
- Chandy JP, Al-Tisan I, Munshi HA, El Reheim HA. 1991. Marine phytoplankton: A study on seasonal abundance and distribution in Al-Jubail. *Issued as Technical Report No. SWCC (RDC) 17* in December, 1991.
- Clark JR. 1996. *Coastal Zone Management Handbook*. Lewis Publisers, Boca Raton, Florida (US).
- Davis CC. 1955. *The Marine and Freshwater Plankton*. Michigan State University Press, Michigan (US).
- Haumahu S. 2004. Distribusi spasial fitoplankton di Teluk Ambon bagian dalam. *Ichtyos*. 3(2): 91–98.
- Kennish MJ. 1990. *Ecology of estuary. Volume II. Biological Aspect*. CRC press, Florida (US).
- Liu H, Suzuki K, Saito H. 2004. Community Structure and Dynamics of Phytoplankton in the Western Subarctic Pacific Ocean: A Synthesis. *Journal of Oceanography*. 60(1): 119–137.
- Mackey DJ, Blanchot J, Higgins HW, Neveux J. 2002. Phytoplankton abundances and community structure in the equatorial Pacific. *Deep-Sea Research II*. 49: 2561–2582.
- Madhav VG, Kondalarao B. 2004. Distribution of phytoplankton in the coastal waters of east coast of India. *Indian Journal of Marine Science*. 33(3): 262–268.
- Mochizuki MN, Saito M, Imai K, Nojiri Y. 2002. Seasonal changes in nutrients, chlorophyll-a, and the phytoplankton assemblage of the western subarctic gyre in the Pacific Ocean. *Deep Sea Research*. 49(24): 5421–5439.
- Newell GE, Newell RC. 1977. *Marine Plankton; a practical guide*. Hutchinson co, London (GB).
- Nontji A. 2007. *Laut nusantara*. Djambatan, Jakarta (ID).
- Nybakken JW. 2005. *Marine biology: An ecological approach 6th ed*. Pearson Education, San Francisco (US).
- Odum EP. 1971. *Fundamentals of ecology. Third Ed*. W.B. Saunders Company, Philadelphia (US).
- Raymont JEG. 1984. *Plankton dan produktivitas bahari*. Alih bahasa oleh Koesobiono. Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor (ID).
- Rice EW, Baird RB, Eaton AD, Clesceri LS. 2012. *APHA (American Public Health Association): Standard Method for The Examination of Water and Wastewater 22th ed*. Washington DC (US): AWWA (American Water Works Association) and WEF (Water Environment Federation).
- Riyadi AS, Itai T, Isobe T, Ilyas M, Sudaryanto A, Setiawan I, Tahahashi S. 2012. Spatial Profile of Trace Elements in Marine Sediments from Jakarta Bay, Indonesia. *Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry-Environmental Pollution and Ecotoxicology, TERRAPUB*. 141–150.
- Simon N, Cras AL, Foulon E, Lemee R. 2009. Diversity and evolution of marine phytoplankton. *Comptes Rendus Biologies*. 332(2): 159–170.
- Skaloud P, Rezacova M. 2004. *Spatial distribution phytoplankton in the eastern part of the North Sea*. Departemen of Phycology. Institute of Biology. University of Copenhagen, Kobenhavn (DK).
- Tomas CR. 1997. *Identifying marine phytoplankton*. Academic Press, California (US).
- Yamaji I. 1979. *Illustration of the marine plankton of Japan*. Hoikusha Publishing Co. Ltd, Osaka (JP).
- Yoshioka PM. 2008. Misidentification of the Bray-Curtis similarity index. *Marine Ecology Progress Series*. 368: 309–310.
- Yuliana. 2012. Implikasi perubahan ketersediaan nutrien terhadap perkembangan pesat (*blooming*) fitoplankton di perairan teluk Jakarta. [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.